

平成24年(ワ)第394号, 平成25年(ワ)第63号

大飯原発3, 4号機運転差止請求事件

原告 松田正 外188名

被告 関西電力株式会社

準備書面 (7)

平成26年2月10日

福井地方裁判所民事第2部 御中

被告訴訟代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田 淳



弁護士 今 城 智 徳



目 次

第1	被告が想定している地震動及びその規模について	3
1	被告は大飯発電所3号機及び4号機の耐震安全性を「地震動」により確認していること	3
2	基準地震動 S_s について	3
3	基準地震動 S_s の規模について	4
4	応答スペクトルについて	4
第2	基準地震動 S_s の策定の根拠について	6
1	基準地震動 S_s の策定方針	7
2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	9
(1)	敷地周辺における地震発生状況	9
(2)	敷地周辺の活断層から想定される地震	10
ア	活断層の調査	10
イ	活断層の評価	12
(3)	検討用地震の選定	13
(4)	検討用地震の地震動評価	13
3	震源を特定せず策定する地震動	14
4	基準地震動 S_s の策定	15
第3	FO-A～FO-B断層と熊川断層の連動を考慮した地震動評価	15
第4	結語	16

被告は、御庁からの平成26年1月23日付求釈明2(1)「原告らは本件原発に我が国における既往最大の地震が来る可能性がある旨を主張しているが、被告はこれを否認している。それでは、被告は、本件原発にどの程度の規模の地震が来ると想定しているか、想定の根拠とともに明らかにされたい。」(以下、「求釈明」という)に対して、以下のとおり回答する。

第1 被告が想定している地震動及びその規模について

1 被告は大飯発電所3号機及び4号機の耐震安全性を「地震動」により確認していること

「求釈明」では、被告の想定している「地震」の規模について釈明を求められているが、被告は、大飯発電所3号機及び4号機(以下、「本件発電所」という)の耐震安全性を「地震動」により確認している。

被告の平成25年9月30日付準備書面(3)5頁で説明したとおり、「地震」とは、地下の岩盤が周囲から押されることによってある面を境としてずれる現象のことである。これに対し、「地震」の発生によって放出されたエネルギーは、地震波として震源から地殻内のあらゆる方向に伝わっていき、ある特定の地点に到達するとその地盤を揺らすことになるが、この特定の地点における地盤の揺れのことを「地震動」という。

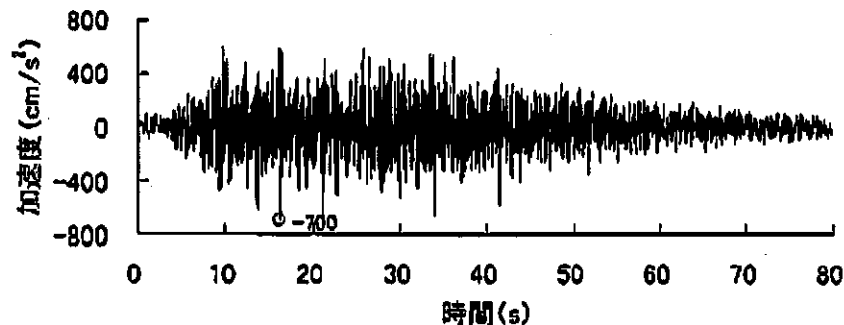
「地震」そのものの規模を表す指標として「マグニチュード」があるのに対して、「地震動」の加速度の単位が「ガル」であり、1ガルは 1cm/s^2 に相当する。

2 基準地震動 S_s について

被告が、本件発電所の耐震安全性を確認するために策定している地震動が、基準地震動 S_s である。

基準地震動 S_s とは、図表1(基準地震動 S_s -1の時刻歴波形(水平方向))

のように示される，一定の時間の幅をもった，時々刻々の地盤の揺れ（動き）そのものであり，単純に加速度等の規模（大きさの程度）を単一の数値で表したのではない¹。



【図表 1 基準地震動 S s - 1 の時刻歴波形（水平方向）】

3 基準地震動 S s の規模について

被告は，本件発電所における基準地震動 S s として，S s - 1，S s - 2，S s - 3 の 3 つを策定している。それぞれの時刻歴波形は，被告作成の「大飯発電所の基準地震動について」（乙 21）40 頁のとおりである。「求釈明」における「地震（動）の規模」に関して言えば，水平方向の最大加速度²は，S s - 1 の 700 ガルが，これら 3 つの地震動のうちで最大ということになる。

4 応答スペクトルについて

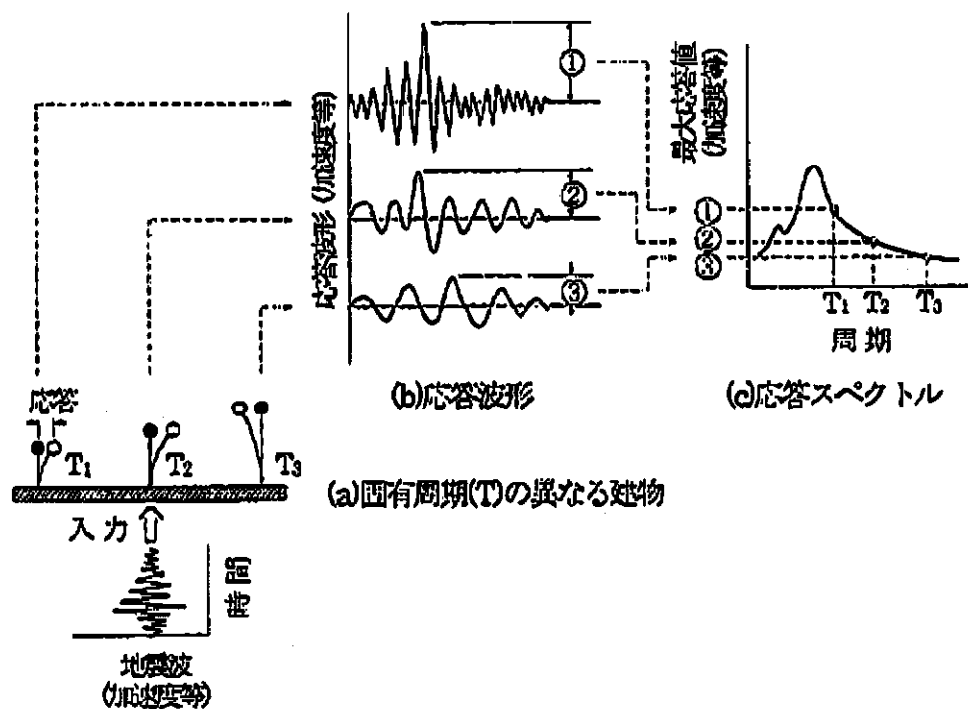
ある地震動に対して構造物がどの程度揺れるか（応答するか）は，当該構造物が持つ固有周期³によって異なり，最大加速度の大きな地震動の方が必ず

¹ 基準地震動 S s は，解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定されるものである。ここで，解放基盤表面を簡単に説明すると，固い岩盤（基盤）が，一定の広がりをもって，その上部に地盤や建物がなくむき出しになっている状態のものとして仮想的に設定される表面のことである。すなわち，上部の地盤や建物の振動による影響を全く受けない状態を仮想的に設定した，一定の広がりを有する岩盤の表面のことをいう。

² 最大加速度とは，地震によって地盤が振動する速度の単位時間当たりの変化の割合（加速度）のうち，最大のものを用いる（図表 1 参照）。

³ 構造物には，それぞれの構造等によって決まる固有周期があり，その構造物の固有周期と一致する周

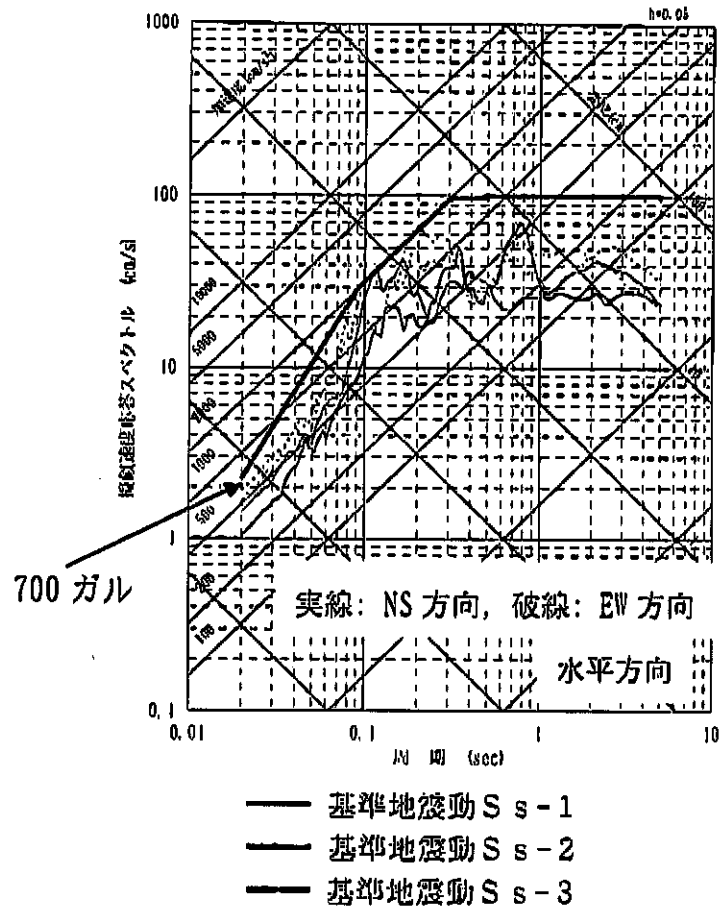
しも全ての構造物に対して大きな揺れをもたらすとは限らない。そこで、特定の地震動に対する構造物の揺れを把握するために「応答スペクトル」が利用される。「応答スペクトル」とは、地震動が、いろいろな固有周期（揺れやすい周期）を持つ構造物に対して、それぞれどの程度の大きさの揺れ（応答）を生じさせるかを、縦軸に加速度や速度等の最大応答値、横軸に固有周期をとって描いたものをいう（図表2）。そして、地震動の特徴（その地震動がどの周期帯の構造物を大きく揺らすか）は、この応答スペクトルにより示されるものである。



【図表2 応答スペクトルの模式図】

期の揺れが加わると当該構造物は共振により大きく揺れるが、固有周期以外の周期の揺れが加わっても構造物の揺れへの寄与は小さい。一例として、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の際に、長周期地震動の影響を大きく受けた近畿地方では、固有周期が長周期である高層ビルは大きく揺れ、固有周期が短周期である低層建築物はほとんど揺れなかった。

本件発電所の基準地震動 S_s-1 、 S_s-2 、 S_s-3 のそれぞれの応答スペクトル（水平方向）は、図表 3 のとおりである⁴（乙 21、39 頁）。



【図表 3 本件発電所の基準地震動 S_s の応答スペクトル】

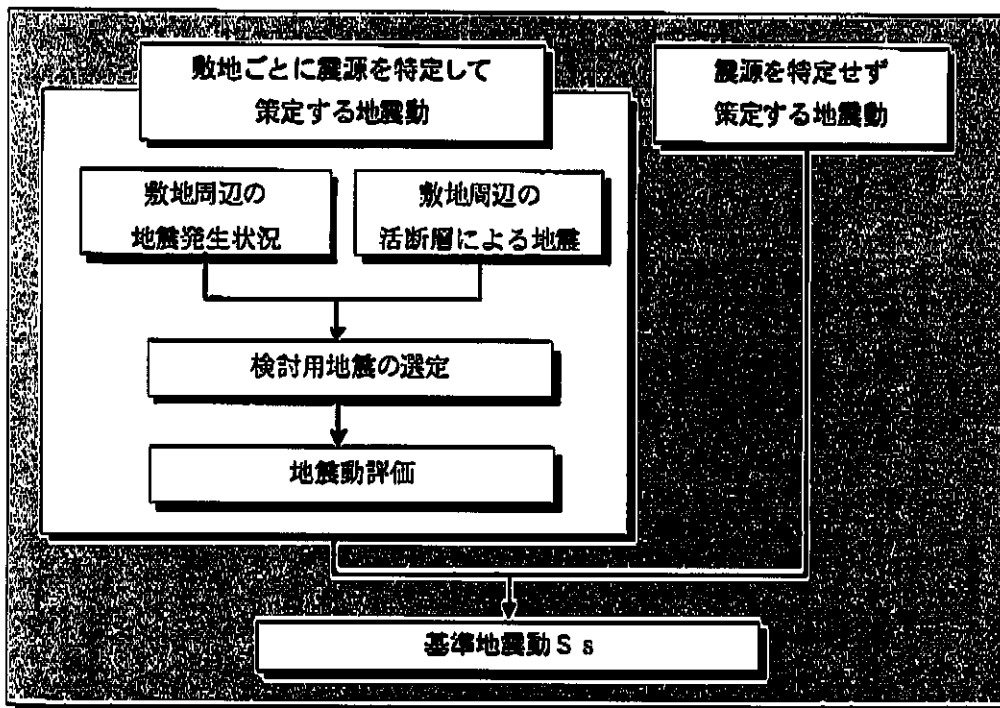
第 2 基準地震動 S_s の策定の根拠について

被告は、本件発電所の基準地震動 S_s を、本件発電所の敷地周辺の地質・地質構造⁴並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から、敷地周辺の活断層調査等、詳細な調査に基づいて策定している。以下では、この基準地震動 S_s の策定の根拠に関して説明する。

⁴ 図表 3 において、横軸が周期を、右上がりの斜めの線が加速度の目盛を表す。なお、基準地震動 S_s-1 の応答スペクトルを示す赤線の左端が 700 ガルに相当する。

1 基準地震動 S s の策定方針

本件発電所の基準地震動 S s は、以下の方針により策定しており、策定の流れの概略は図表 4 のとおりである（乙 3, 9～10 頁参照）。



【図表 4 基準地震動 S s 策定の流れ】

まず、本件発電所敷地周辺における地震発生状況及び敷地周辺における活断層⁶の性質等を考慮して、地震発生様式⁷（図表 5）による地震の分類を行っ

⁶ 地質構造とは、プレート運動や断層活動等によって生じた地層・岩石等の変形や変位をいう。

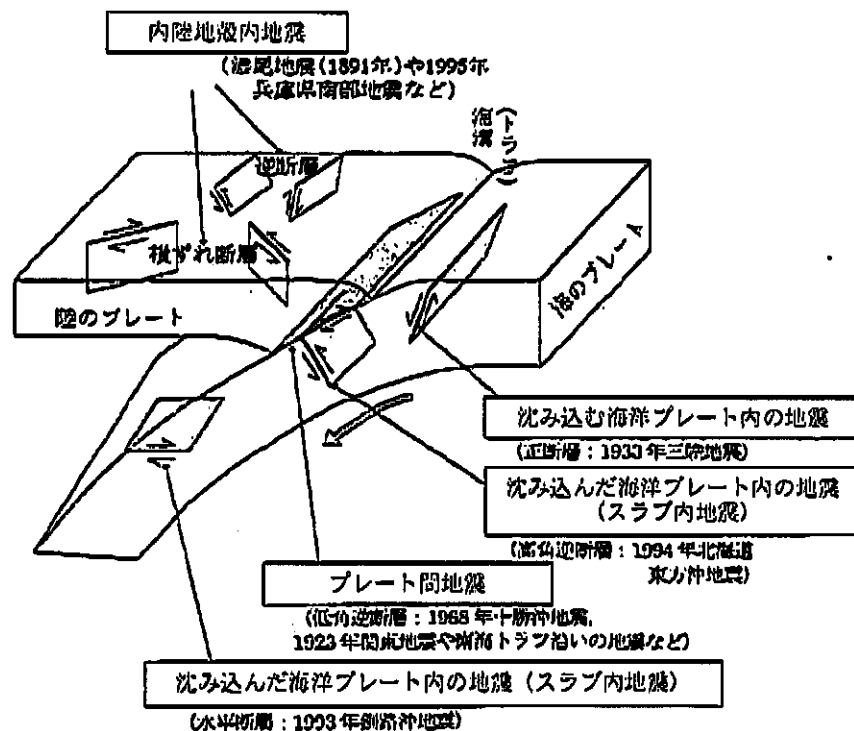
⁶ 活断層とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。原子炉施設の耐震安全性の確認を行うにあたっては、活断層を評価する際の判断基準の一つとして、活断層のうち後期更新世以降（約12～13万年前以降）の断層活動が否定できないものを震源として考慮する活断層としている。

⁷ 地震発生様式とは、地震が発生する場所やメカニズム（地震の起こり方）の違いによる分類をいい、大きく、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震に分類される。地球の表面は、十数枚のプレートと呼ばれる岩盤の板で覆われており、その下にあるマントルの熱による対流が原因で年間数cm～十数cm程度の速さで移動しているが、それぞれの動く方向が異なっているために、プレート同士が衝突したり、一方のプレートがもう一方のプレートの下に沈み込んだりしており、このプレートの運動により生み出される力が地震を引き起こす原動力となっている。日本の周辺には、海のプレートである太平洋プレートとフィリピン海プレート及び陸のプレートであるユーラシアプレートと北米プレートがあるとされている（本書面末尾の脚注図表 1 参照）。地震は岩盤のずれ破壊により生じるものであり、海岸のやや沖合いで起こるものも含め陸のプレートの内部で発生する地震を「内陸地

た上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下、「検討用地震」という）を選定する。その後、敷地での地震動評価⁶を実施し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を評価する。

次に、本件発電所敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震⁹の全てを事前に評価しうるとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する。

その上で、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、基準地震動 S_s を策定する。



【図表 5 地震発生様式による分類】

殻内地震」、陸のプレートと海のプレートの境界で発生する地震を「プレート間地震」、海のプレートの内部で発生する地震を「海洋プレート内地震」という。海洋プレート内地震については、海溝軸付近ないしその沖合いで発生する「沈み込む海洋プレート内の地震（アウターライズ地震）」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。

⁶ 地震動評価とは、震源の位置や規模等を設定して特定の地点の地震動を計算することをいう。

2 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

(1) 敷地周辺における地震発生状況

過去に敷地若しくはその周辺に影響を与えた、又は与えたと考えられる被害地震について調査を実施し、どのような発生様式の地震が敷地に影響を及ぼすのかを検討している。

まず、過去の被害地震について、『最新版 日本被害地震総覧(416) - 2001』に記載されている震度分布図や気象庁が公表している震度分布図等から、敷地で震度V¹⁰程度以上であった地震¹¹を検討用地震の候補として抽出した(図表6)。

年月日	規模 M	震央距離 ¹² (km)	地名 (地震名)
745. 6. 5	7.9	94	美濃
1185. 8. 13	7.4	61	近江・山城・大和
1586. 1. 18	7.8	104	畿内・東海・東山・北陸諸道
1596. 9. 5	7.5	85	畿内および近隣
1662. 6. 16	7.5	35	山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃
1819. 8. 2	7.25	70	伊勢・美濃・近江
1891. 10. 28	8.0	86	愛知県・岐阜県 (濃尾地震)
1927. 3. 7	7.3	67	京都府北西部 (北丹後地震)
1963. 3. 27	6.9	33	福井県沖 (越前岬沖地震)

【図表6 敷地に影響を及ぼしたと考えられる過去の被害地震】

上記で抽出された過去の被害地震は、陸域の活断層との関連や地震の発生深さからいずれも内陸地殻内地震であると考えられる。また、その他の

⁹ 脚注7を参照。

¹⁰ 震度とは、ある地点における地盤の揺れ(地震動)の大きさを表す指標である。

¹¹ 地震によって建物等に被害が発生するのは震度5弱(1996年以前は震度V)程度以上であると考えられることから、過去の被害地震について、敷地で震度V程度以上であったものを抽出している。

地震発生様式であるプレート間地震¹³（フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生する地震）や海洋プレート内地震¹⁴については、過去に本件発電所の敷地で震度V以上が想定される地震はなく、内陸地殻内地震に比べ、敷地へ及ぼす影響は大きくない。

（2）敷地周辺の活断層から想定される地震

ア 活断層の調査

本件発電所敷地周辺における、震源として考慮する活断層の存在の有無、その規模等の情報の取得のための各種調査を実施した。特に、本件発電所敷地から半径30km内については、より精度の高い詳細な調査を実施している。

a 文献調査

文献に記載されている既往の調査結果から、陸域及び海域を対象に、本件発電所敷地周辺の地質状況等を確認するとともに、文献記載の活断層を抽出した。抽出した活断層については、活動様式、最新の活動時期等の活断層の性状及び長さ（活断層の長さは、経験的に活断層が起こす地震の規模と相関があると言われている）等を確認している。

b 地形調査

陸域を対象に、空中写真¹⁵や対象地点の地形、標高を細かく調査して作成した図面を用いて、変動地形学¹⁶的な観点から活断層の可能性のある地形を抽出するための地形調査を実施した。

c 地表地質調査等

陸域を対象に、文献調査や地形調査から抽出された活断層や地形に

¹² 震央距離とは、震源の直上の地表上の点（震央）から、地表上のある地点までの距離をいう。

¹³ 脚注7を参照。

¹⁴ 脚注7を参照。

¹⁵ 空中写真とは、一定の高度から地上を撮影した写真をいう。約60%ずつ重なるように撮影した空中写真を用いることで、立体的に見えることから地形を抽出、分析することができる。

¹⁶ 変動地形学とは、長い地質時代の間を繰り返し発生した地震等に起因する痕跡の累積効果である特

対して、実際に現地において地形や地質を詳細に確認する地表調査を実施し、さらに詳細なデータが必要な場合はボーリング調査、トレンチ調査¹⁷、反射法地震探査¹⁸等を実施することで震源として考慮する活断層であるか、そうであるならばその性状の確認及び長さの同定等を実施した。また、近接して活断層が分布する場合は、それらが同時に活動する可能性を検討するため、より入念に両断層の性状や両断層間に分布する地質の性状を確認している。なお、被告以外にも、若狭湾周辺に原子力発電所を有する日本原子力発電株式会社及び独立行政法人日本原子力研究開発機構、さらには原子力事業者以外の機関も地質調査等を実施しており、これらの調査結果も含めた詳細な検討を実施している。

d 海上音波探査等

陸上と異なり、海底の地形及び地質を直接確認することが困難であるため、海域を対象に、間接的に海底の地形及び地質を確認する調査である海上音波探査¹⁹、航空重力探査²⁰等を実施した。これらの調査で抽出された活断層に対して、震源として考慮する活断層であるか、そうであるならばその性状の確認及び活断層の長さの同定等を実施した。また、近接して活断層が分布する場合は、陸域と同様に、より入念に調査した。なお、地表地質調査等と同様に、被告以外の機関による海

微的な地形（変動地形）を研究対象として、地震変動やその原因を研究する学問をいう。

¹⁷ トレンチ調査とは、対象とする断層等を横切るように溝状に地面を掘削して地質の分布等を直接観察する調査をいう。

¹⁸ 反射法地震探査とは、地震探査の1つであり、地震波の反射を使用した調査手法のことをいう。

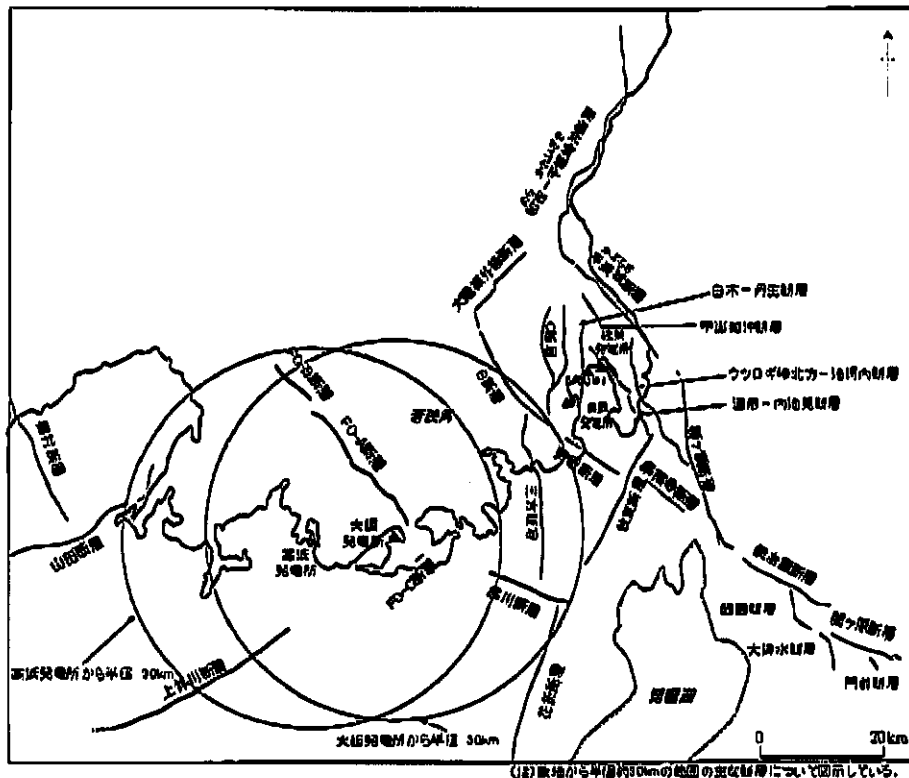
¹⁹ 海上音波探査とは、発振器で海面下から音波を発生し、受振器で海底面や海底下の地層境界からの反射音波を観測して、海底の地層分布を確認する調査手法のことをいう（本書面末尾の脚注図表2参照）。具体的には、計画した線（「測線」と呼ばれる）上を、発振器及び受振器を曳航する船を航行させて調査を行い、地質断面に関するデータを取得する。また、この測線を対象の海域において格子状等に複数配置することにより、詳細に海底下の地層の分布を確認することができる。

²⁰ 航空重力探査とは、ヘリコプター等から局地的な重力の変化を受信し、地質構造を確認する調査手法のことをいう。

上音波探査調査結果も含めた詳細な検討を実施している。

イ 活断層の評価

以上の調査結果に基づき、本件発電所において、震源として考慮する活断層として評価した主なものは下記の図表のとおりであり、これらの活断層から想定される地震²¹を検討用地震の候補とした(図表7, 図表8)。
 なお、F0-A断層とF0-B断層、和布-千飯崎沖断層と甲斐城断層、野坂断層とB断層と大陸棚外縁断層については、ひとつながりの活断層であるという調査結果は得られていないが、別々に活動すると完全に言い切れないことから、それぞれ同時活動するものと仮定した地震動評価を実施している。



【図表7 若狭湾周辺の主な断層の分布】

²¹ 地震発生様式としては、これらの地震はいずれも内陸地殻内地震に分類される。

番号	断層名	長さ (km)	規模 M	震央 距離 (km)
1	和布-千原嶋沖～甲斐川断層	60	7.6	59
2	柳ヶ瀬断層	31	7.3	49
3	フツロギ峠北方-池河内断層	29	7.1	45
4	C断層	18	6.9	36
5	駿賀断層	23	7.1	36
6	大陸棚外縁～日～野坂断層	49	7.7	32
7	三方断層	27	7.2	23
8	花折断層	59	7.8	44
9	琵琶湖西岸断層系	60	7.9	45
10	濃尾地震断層系	60	8.0	95
11	FO-A～FO-B断層	35	7.4	17
12	上林川断層	39.5 [*]	7.5	28
13	熊川断層	22.9 [*]	7.1	20
14	有馬-高槻橋辺線	45	7.6	81
15	山田断層	33	7.4	51
16	柳井断層	34	7.4	69
17	FGAG東部	29	7.3	54

※地震動評価上の長さ

【図表 8 敷地に影響を及ぼす活断層の評価一覧】

(3) 検討用地震の選定

検討用地震の選定にあたっては、上記(1)(2)の調査結果に基づき検討用地震の候補として抽出された過去の被害地震及び敷地周辺の活断層による地震を対象として、地震の規模と敷地からの距離に基づいて敷地に与える影響を検討した。その結果、本件発電所では、熊川断層による地震、上林川断層による地震及びFO-A～FO-B断層による地震を検討用地震として選定した。

(4) 検討用地震の地震動評価

検討用地震の地震動評価は、応答スペクトルに基づく地震動評価手法²²及び断層モデルを用いた手法²³により実施している(乙 21, 9～10 頁)。

²² 応答スペクトルに基づく地震動評価手法とは、地震が発生した時の敷地での地震動の応答スペクトルを、地震の規模と震源から敷地までの距離との関係から経験的に求める手法をいう。岩盤における応答スペクトルに基づく地震動評価手法として、Noda et al. (2002)「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites」の方法等がある。

²³ 断層モデルとは、地震時の震源における断層運動をモデル化したものをいい、断層モデルを用いた手法とは、このようなモデル化された震源の特性に加えて、震源から敷地までの地震波の伝播特性と、

また、地震動評価を実施するにあたっては、活断層の調査結果等をもとに長さや幅等の震源の特性を表すパラメータを設定した震源モデルによる基本ケースに加え、断層上端深さ、断層傾斜角²⁴、破壊開始点²⁵、アスペリティ²⁶の位置、短周期レベル²⁷等のパラメータについて不確かさを考慮して敷地での地震動がより大きく評価される値を設定した震源モデルによるケースも想定して検討を行っている（乙 21, 11～35 頁）。

3 震源を特定せず策定する地震動

敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価している。

加藤他(2004)²⁸の検討では、国内外で発生した内陸地殻内地震を対象として、詳細な地質学的調査を行っても、事前に震源位置と地震規模を特定できなかつたと考えられる地震を選定し、選定された地震の震源近傍の観測記録等を概ね上回るような地震動の応答スペクトルが示されている。本件発電所の震源を特定せず策定する地震動については、敷地周辺で発生する

表層の地盤における増幅特性についてもそれぞれ考慮して数値的に地震動を評価する方法をいう（本書面末尾の脚注図表 3 参照）。被告は、地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシビ』）」等の最新の研究成果に則って、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行っている。

²⁴ 本書面末尾の脚注図表 4 参照。

²⁵ 震源断層面の破壊については、一度に全ての領域が破壊されるのではなく、ある点から時間の経過とともに、次第に破壊が断層面上を拡がっていくことが知られている。破壊開始点とは、この一連の破壊が始まる位置のことをいう。

²⁶ アスペリティとは、震源断層面において固着の強さが周りに比べて特に大きい領域のことをいう。この領域における地震時のすべり量は周りよりも相対的に大きくなる。

²⁷ 短周期レベルとは、短周期領域における加速度震源スペクトルのレベルのことをいう。震源は、様々な周期の揺れを発生させるが、このうち短い周期の揺れを発生させる能力の大きさを表したものである。

²⁸ 加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル—地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討—」日本地震工学会論文集第 4 巻第 4 号(2004)、46～86頁。

地震等の特性の検討を行い、地域性を踏まえても上記検討に基づいて評価することが妥当であることを確認した上で、これに基づき、本件発電所の敷地の地盤特性を加味して応答スペクトルを設定した。

4 基準地震動 S_s の策定

基準地震動 S_s は、上記 2、3 の検討結果に基づいて策定している。すなわち、本件発電所の敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 S_s は、応答スペクトルに基づく地震動評価手法による評価結果を上回るように設計用応答スペクトルを設定して策定した $S_s - 1$ （水平方向の最大加速度 700 ガル）（乙 21, 36～37 頁）及び断層モデルを用いた手法による地震動評価において $S_s - 1$ をある周期で上回るケースである $S_s - 2$, $S_s - 3$ （乙 21, 38 頁）の計 3 ケースを設定している（図表 3, 乙 21, 39 頁）。なお、震源を特定せず策定する地震動については、基準地震動 $S_s - 1$ を下回っている。

第 3 FO-A～FO-B 断層と熊川断層の連動を考慮した地震動評価

被告が実施した地質調査結果によれば、熊川断層と FO-A 断層の間に両者が連続するような構造が認められないことから、被告は、両断層は連続していないと考えている。また、地形や地質の形成過程、応力の状況等を考慮しても、基準地震動 S_s の策定において、FO-A～FO-B 断層と熊川断層の連動（3 連動）を考慮する必要はないと評価している。

しかしながら、被告は、FO-A～FO-B 断層と熊川断層が連動した場合を考慮した地震動評価も行っており（乙 21, 42～58 頁）、その結果、連動を考慮した地震動評価と基準地震動 $S_s - 1$ とを比較すると、基本ケースでは、全ての周期において、連動を考慮した地震動の応答スペクトルが基準地震動 $S_s - 1$ を下回っている（乙 21, 50 頁）。一方、短周期レベル等の不確

かさを考慮した場合には、連動を考慮した地震動の応答スペクトルがある周期では基準地震動 $S_s - 1$ を上回るケースもあり、特に、短周期の地震動レベルを 1.5 倍したケースで、破壊開始点の設定の仕方によっては、連動を考慮した地震動の最大加速度が、最大で基準地震動 $S_s - 1$ (700 ガル) よりも大きな 759 ガルとなる場合もあるものの (乙 21, 52 頁, 57~58 頁), いずれのケースにおいても、連動を考慮した地震動の応答スペクトルが基準地震動 $S_s - 1$ を上回るのは一部の周期にとどまっている (乙 21, 51~57 頁)。そして、そのように一部の周期において基準地震動 $S_s - 1$ を上回っている地震動に対しても、被告は、本件発電所の安全上重要な施設の機能は問題なく維持されることを確認している。

第 4 結語

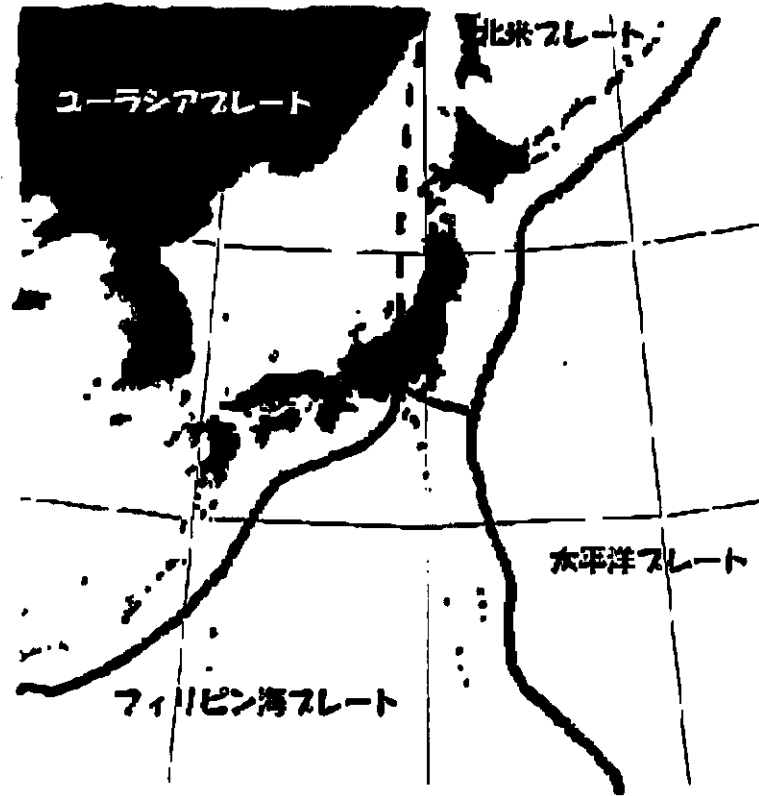
以上のとおり、被告においては、最新の科学的知見等を踏まえつつ、地域特性を考慮し、適切に基準地震動 S_s の策定等を行っている。

なお、平成 25 年 4 月から 7 月にかけて、原子力規制委員会により、本件発電所が新規制基準をどのくらい満たしているかについての現状評価が実施されたが、同委員会がその評価結果を取りまとめた平成 25 年 7 月 3 日付「関西電力 (株) 大飯発電所 3 号機及び 4 号機の現状評価書 (案)」 (乙 22)²⁹ においては、被告が行った FO-A~FO-B 断層と熊川断層の連動 (3 連動) を考慮した地震動評価結果も踏まえた上で、「耐震設計評価については、安全上重大な問題があるものではない」 (乙 22, 45 頁冒頭) と結論付けられている。

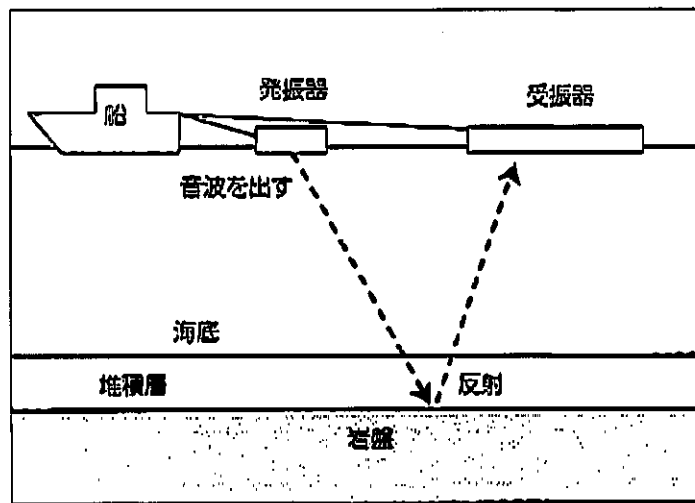
以上

²⁹ 乙 22 の表題には「(案)」と記載されているが、原子力規制委員会の審議により、これがそのまま最終版として承認されている。

脚注図表 1

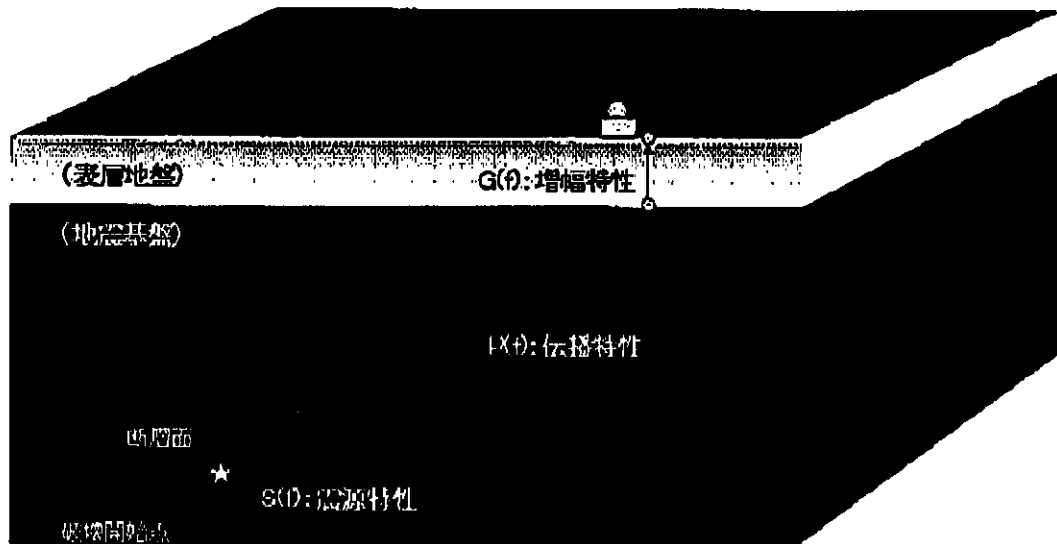


脚注図表 2



海上音波探査の模式図

脚注図表 3



断層モデルを用いた手法の模式図

脚注図表 4

